

Зданевич В. А., ст. викл., Кундрат Т. М., к.т.н., доц., Літницький С. І., к.т.н., доц., Пугачов Є. В., д.т.н., проф., (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

УМОВИ ВИДИМОСТІ В ЛЕКЦІЙНІЙ АУДИТОРІЇ № 673

Проведено обмірні роботи в аудиторії № 673 і проаналізовано умови видимості в ній. Встановлено, що взаємне розміщення місць для глядачів і крейдяної дошки не забезпечують виконання нормативних вимог щодо видимості. Запропоновано заходи для покращення видимості в аудиторії і більш раціонального розташування в плані робочих місць.

Ключові слова: антропометричне перевищення; видимість; крива найменшого підйому; перевищення променя зору.

Аудиторія № 673 використовується як лекційна аудиторія, зала проведення зборів трудового колективу, зборів студентів, конференцій та ін. Читання лекцій накладає на аудиторію вимоги щодо розташування парт, аудиторних дошок та видимості за нормами [1].

У відомих авторах джерелах питання аналізу умов видимості в даній аудиторії не розглядалося. Водночас до навчальних аудиторій, аналогічні дослідження розглядалися в працях [2].

В роботі поставлено мету – проаналізувати об'ємно-планувальне рішення та умови видимості в лекційній аудиторії № 673 на відповідність сучасним нормам.

Проаналізуємо спочатку об'ємно-планувальне рішення аудиторії № 673 за нормованими вимогами [1; 3], що складають 10 позицій в таблиці. За результатами обмірів аудиторії показано на рис. 1 розміщення в плані рядів для глядачів лекційної аудиторії, а на рис. 2 – її поздовжній розріз. З таблиці видно, що з 10-ти вимог не виконуються 6. Відстань між спинками сусідніх рядів менша нормативного значення 0,9 м, що дало можливість розташувати більше число рядів і зменшити підйом рядів. Висота нижньої кромки дошок вище нормативного обмежує площу дошок, яка менше мінімально необхідної площі. Як бачимо з рис. 3, ряди мають підйом схожий до розміщення рядів на похилій прямій. Проте, висоти присхідців неоднакові і не зростають в міру віддалення їх від крейдяної дошки, що не відповідає згідно [4] розміщенням рядів на похилій прямій та кривій найменшого підйому. Оцінимо умови видимості та зокрема перевіримо



безперешкодну видимість у цій аудиторії (ширина аудиторії складає 14,016 м, а довжина – 13,640 м).

Таблиця

Результати аналізу виконання нормованих об'ємно-планувальних вимог в лекційній аудиторії № 673

№ з/п	Нормовані величини	Нормоване значення	Дійсне значення
1.	Відстані від площини аудиторних (мультимедійної, крейдяних) дошок до спинок крісел останнього ряду	Не більше за 20 м	12,220 м; 12,000 м
2.	Відстань між спинками сидінь в ряді	0,9 м	від 0,834 м до 0,880 м
3.	Відстань від екрана до спинки першого ряду	Не менше за 3 м	3,132 м; 3,327 м
4.	Висоти нижніх кромek аудиторних (відповідно мультимедійної та крейдяних) дошок над підлогою	0,9 м	1,00 м та 1,2 м
5.	Висота верхніх кромek аудиторних (відповідно мультимедійної та крейдяних) дошок над підлогою	Не більше за 2,3 м	2,2 м та 2,3 м
6.	Ширина аудиторних (мультимедійної, крейдяних) дошок	Не менше за 4 м	5,600 м
7.	Площа аудиторних дошок	Не менше за 7 м кв	6,0 м кв
8.	Горизонтальний кут видимості класної дошки від краю дошки до середини крайнього місця студента за переднім столом	Не 30-35 градусів	44 градусів
9.	Горизонтальний кут між напрямом зору, направленим на віддалений вертикальний край класної дошки, та горизонтальною лінією на площині дошки на рівні очей студента	Не більше ніж 3 градуси	17 градусів
10	Мінімальне перевищення напряму зору того, хто сидить позаду, над напрямом зору того, хто сидить попереду, яке направлене на нижній край дошки (дійсні значення для кожного ряду, починаючи з 2-го від дошки)	6 см	Максимальне значення 2,08 см над 4-м рядом для крейдяної дошки

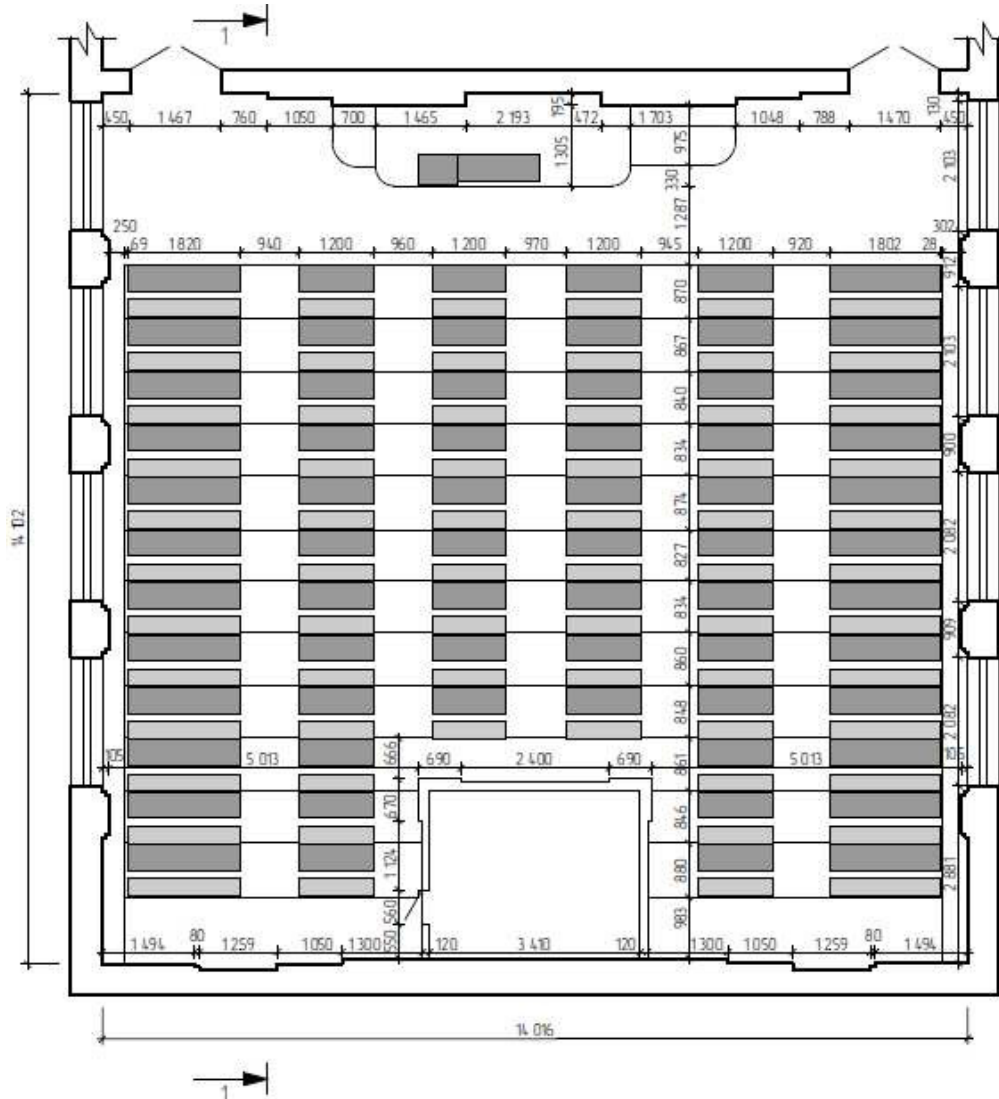


Рис. 1. Розміри аудиторії, розміщення в плані рядів для глядачів та крейдяної дошки

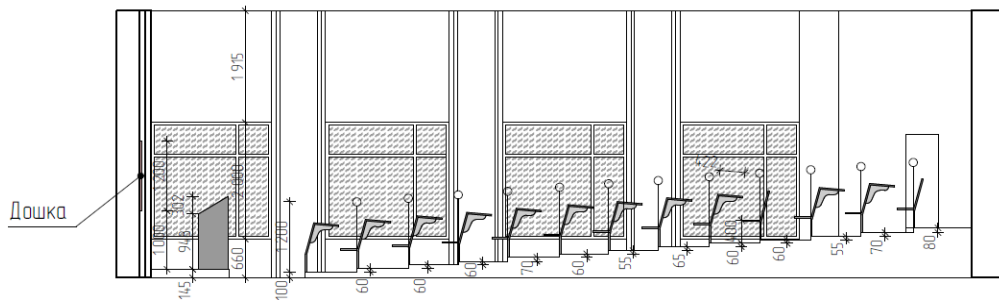


Рис. 2. Поздовжній розріз аудиторії



Згідно з нормами проектування аудиторій закладів вищої освіти [3], рекомендується фокусну точку F , безперешкодна видимість якої забезпечує видимість всієї дошки, розміщувати посередині нижньої кромки крейдяної дошки. Умовою безперешкодної видимості фокусної точки F для глядача останнього ряду є те, що промінь світла, який йде від фокусної точки F до монокулярного ока глядача останнього ряду, торкається маківки глядача попереднього ряду, тобто перевищення променя над монокулярним оком глядача передостаннього ряду дорівнює антропометричному перевищенню $C_0 = 0,12$ м. Для лекційних аудиторій допускається зменшення перевищення променя зору до 0,06 м [1]. Обчислимо різницю Δy_{i-1} між мінімально необхідним та дійсним значенням перевищення променя зору наступного глядача над маківкою глядача попереднього ряду за виразом

$$\Delta y_{i-1} = \frac{C_0}{2} - y_F + y_{i-1} - \frac{x_{i-1}}{x_i} (y_i - y_F), \quad (1)$$

де x_i – відстань від площини аудиторної дошки до спинки глядача i -го ряду; y_i – відстань від підлоги за (рис. 3) до монокулярного ока глядача i -го ряду. Результати обчислення різниці Δy_{i-1} для кожного ряду, починаючи з 2-го від для мультимедійної дошки, такі: 41 мм, 44 мм, 45 мм, 38 мм, 51 мм, 54 мм, 46 мм, 53 мм, 53 мм, 59 мм, 44 мм, 38 мм, а для крейдяних дошок – 3 мм, 13 мм, 19 мм, 15 мм, 30 мм, 36 мм, 29 мм, 37 мм, 39 мм, 45 мм, 32 мм, 26 мм.

В свою чергу таке розташування рядів створює затуляння, яке оцінюємо за висотою тіні на мультимедійній чи крейдяній дошці, що її створює голова глядача попереднього ряду, якщо прийняти висоту його маківки над рівнем очей рівною антропометричному перевищенню (0,12 м). Для цього визначаємо (рис. 3) висоти y^t точок перетину променів, спрямованих з монокулярних ока глядача наступного ряду до маківки глядача попереднього ряду, з площиною аудиторної дошки за виразом

$$y_i^t = \frac{x_i(y_{i-1} + C_0) - y_i x_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}. \quad (2)$$

Відстань точок T над нижньою кромкою дошки F є висотою тіні

$$\Delta y = y_i^t - y_f. \quad (3)$$

На рис. 4 зображено лінії, що показують висоту тіні для реальних умов на мультимедійній (верхня лінія) та крейдяних (нижня лі-

нія) дошках.

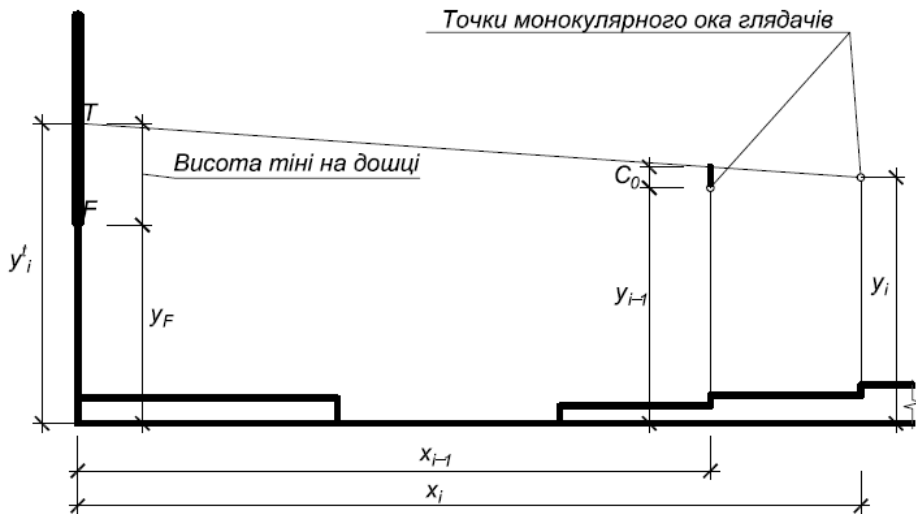


Рис. 3. Схема до розрахунку висоти тіні на аудиторній дошці

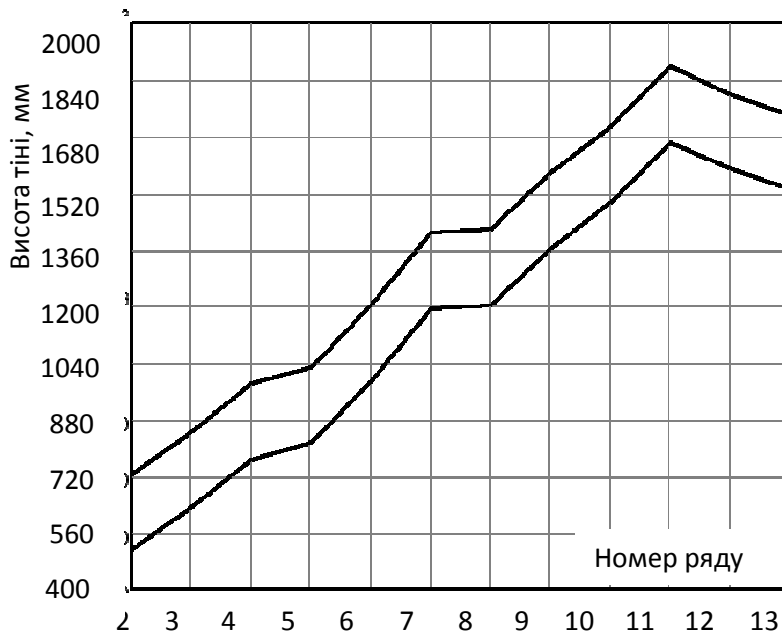


Рис. 4. Висота тіні на мультимедійній та крейдяних дошках для реальних умов в аудиторії

Порівняємо затуляння в реальних умовах та при розташуванні рядів на кривій найменшого підйому, що задовольнятиме нормативу перевищення зору 0,06 м. Розрахуємо спочатку висоти очей глядачів



кожного ряду над рівнем підлоги першого ряду [4]. Для порівняння обчислимо висоти очей глядачів при розміщенні місць для глядачів на циліндричній поверхні найменшого підйому за формулою [4]

$$y_1 = h, y_i = (x_1 + d(i-1)) \left(\frac{y_1 - Y_f}{x_1} + C_0 \sum_{i=1}^{i-1} \frac{1}{x_1 + d(i-1)} \right), \quad (4)$$

та обчислимо висоту присідців за формулою

$$r_i = y_{i+1} - y_i, i = 1, 2, \dots, n-1. \quad (5)$$

Результати розрахунку показано на рис. 5 та рис. 6. Розташування першого ряду прийнято без підйому, відповідно висоти очей глядачів першого ряду на висоті 1200 мм. В реальних умовах підйом першого ряду збільшив підйом усіх рядів проте погіршив умови видимості, нерозрахований підйом інших рядів, можливо, спрощував виконання робіт, проте не задовольняє умови видимості.

Маючи висоти очей глядачів на циліндричній поверхні найменшого підйому, обчислимо висоту тіні (яку називатимемо «нормована») на мультимедійній дошці за виразом (2). Висота тіні (рис. 7) за реальних умов виявилась вищою за нормовану: найменше для другого ряду – 344 мм, найбільше для 10-го ряду 895 мм.

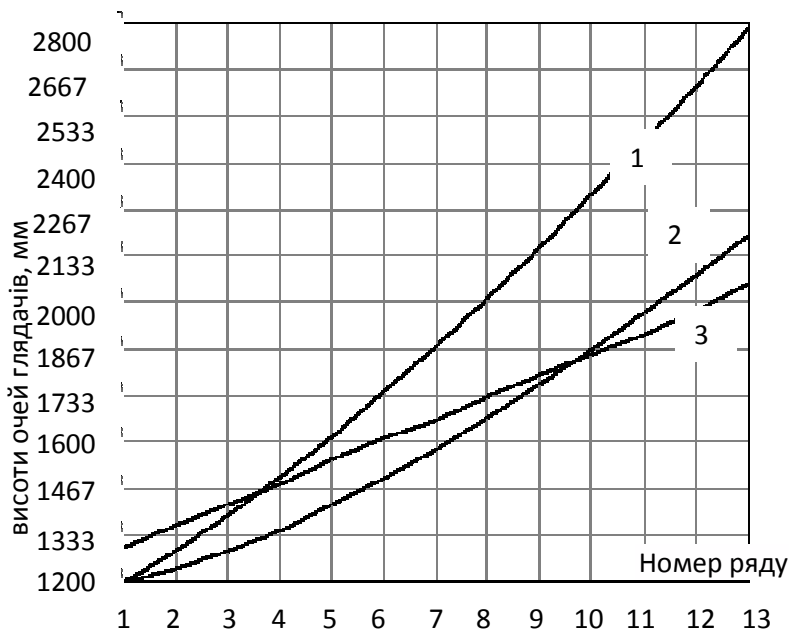


Рис. 5. Криві, що проходять через висоти очей глядачів при розміщенні рядів: по кривій найменшого підйому (перевищення променя зору 0,06 м) – лінії 1 і 2 відповідно для мультимедійної та крейдяної дошки; за реальних умов – лінія 3

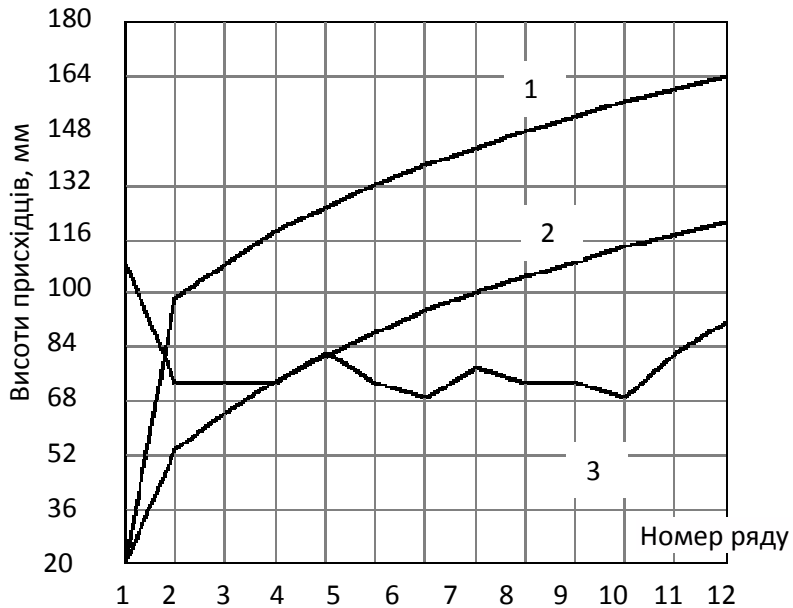


Рис. 6. Висоти присхідців при розміщенні рядів по кривій найменшого підйому (при перевищенні променя зору 0,06 м): лінії 1 і 2 відповідно для мультимедійної та крейдяної дошок; та реальна висота присхідців – лінія 3

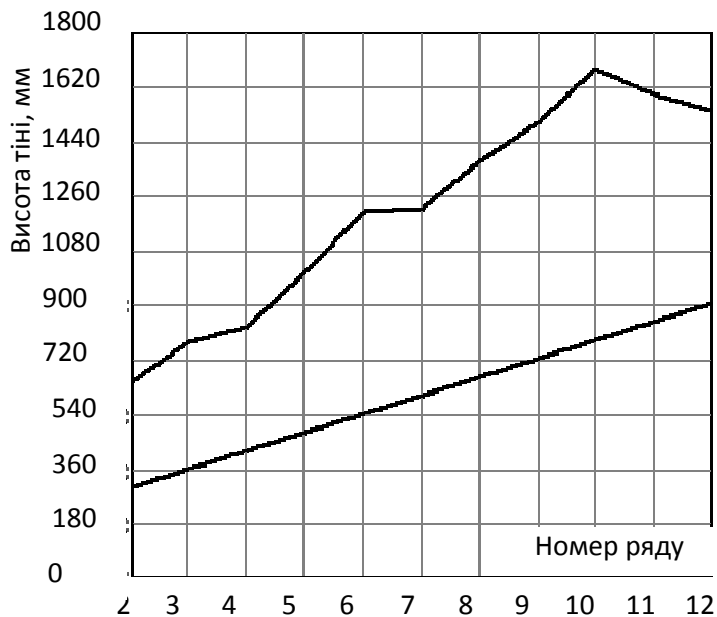


Рис. 7. Висота тіні на мультимедійній дошці для реальних умов в аудиторії та «нормована» (нижня лінія) висота тіні

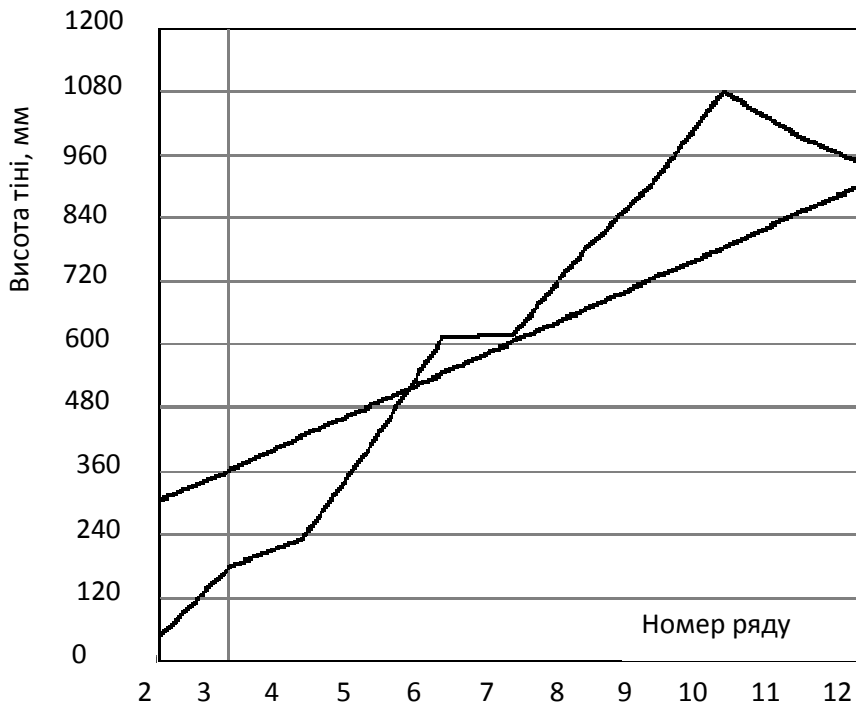


Рис. 8. Висота тіні на мультимедійній дошці при влаштуванні підйому 600 мм та «нормована» (нижня лінія) висота тіні

Отже, умови видимості в аудиторії потребують покращення. Витратним варіантом є зміна висот рядів до розрахованих значень (рис. 6, лінія 1) по циліндричній поверхні найменшого підйому. При цьому була б «нормована» висота тіні з найвищою висотою тіні для останнього ряду – 904 мм. Іншим варіантом є влаштування вищого подіуму біля дошок, при цьому збільшиться висота фокусної точки на нижній кромці дошок та покращяться умови видимості. Подіум слід виконувати ширшим за дошку для безпечної роботи викладача. При збільшенні висоти подіуму на 600 мм висота тіні стане меншою для глядачів 2–5-го рядів (рис. 8) та майже збіжиться з нормованою для глядачів 7-го та 12-го рядів.

В статті проаналізовано на відповідність нормативним вимогам умови видимості в аудиторії № 673 НУВГП. Виявлено та приведено планувальні параметри і умови видимості, які не відповідають нормативним вимогам. Запропоновано заходи щодо поліпшення умов видимості. В подальшому планується проаналізувати умови природної освітленості аудиторій.

1. ДБН В.2.2-3-97. Будинки і споруди навчальних закладів. К. : Держкоммістобудування України. 51 с. 2. Аналіз об'ємно-планувального рішення, умов видимості та природної освітленості лекційної аудиторії № 453 / Пугачов Є. В. та інші. *Вісник НУВГП. Технічні науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2018. Вип. 1(81). С. 145–153. 3. НП 2.0.1-82. Лекционные аудитории учебных заведений. М. : Стройиздат, 1987. 65 с. 4. Пугачов Є. В., Зданевич В. А. Видимість і зорове сприйняття в будівлях і спорудах для глядачів : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2014. 150 с.

REFERENCES:

1. DBN V.2.2-3-97. Budynky i sporudy navchalnykh zakladiv. K. : Derzhkommistobuduvannya Ukrainy. 51 s. 2. Analiz obiemno-planuvalnoho rishennia, umov vydymosti ta pryrodnoi osvittenosti lektsiinoi audytorii № 453 / Puhachov Ye. V. ta inshi. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky* : zb. nauk. prats. Rivne : NUVHP, 2018. Vyp. 1(81). S. 145–153. 3. NP 2.0.1-82. Lektsionnyie auditorii uchebnyih zavedeniy. M. : Stroyizdat, 1987. 65 s. 4. Puhachov Ye. V., Zdanevych V. A. Vydymist i zorove spryiniattia v budivliakh i sporudakh dlia hliadachiv : navch. posib. Rivne : NUVHP, 2014. 150 s.

Zdanevych V. A., Senior Lecturer, Kundrat T. M., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Litnitskyi S. I., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Puhachov Ye. V., Doctor of Engineering, Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

VISIBILITY CONDITIONS IN LECTURE HALL № 673

Measurement work was conducted in lecture hall № 673 and the conditions of visibility in it were analyzed. It has been established that the mutual arrangement of seats for spectators and the chalk board does not ensure compliance with regulatory visibility requirements.

The parameters of the space-planning solution of the lecture hall are analyzed according to the standardized requirements; they amount to 10 positions in the presented table. The area of the boards is less than the minimum required area. The height of the lower edge of the boards above the standard limits the area of the boards. The distance between the backs of adjacent rows is less than the standard value of 0.9 m. This solution made it possible to arrange a larger number of rows and reduce the rise of the rows.

This arrangement of the rows in the lecture hall creates for the spectators of the next row that part of the plane of the audience board



is obscured by the viewer of the previous row. This overshadow is estimated by the height of the shadow on the multimedia or chalk board, which is created by the head of the viewer of the previous row. The height of the viewer's crown above eye level is equal to the anthropometric excess (0.12 m). To determine the height of the shadow, we find the heights of the points of intersection of the rays directed from the monocular eye of the viewer of the next row to the crown of the viewer of the previous row. The distance of the dots above the bottom edge of the board is the height of the shadow. The height of the shadow in real conditions turned out to be higher than the normalized one. The calculation results are presented in the figures. So, the visibility conditions in the audience need to be improved.

The best option is the calculated one, and at the same time more expensive, is to change the heights of rows to the calculated values. Namely, the calculated values of the placement of the rows on the cylindrical surface of least rise. Another option is to have a higher podium. The higher podium will increase the height of the focal point on the lower edge of the boards and improve visibility. The podium should be wider than the multimedia or chalk boards for the safe work of the lecturer.

Keywords: anthropometrical excess; visibility; curve of least rise; excess of a ray of sight.

Зданевич В. А., ст. преподаватель, **Кундрат Т. Н.,** к.т.н., доцент, **Литницкий С. И.,** к.т.н., доцент, **Пугачев Е. В.,** д.т.н., профессор (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ В ЛЕКЦИОННОЙ АУДИТОРИИ № 673

Проведены обмерные работы в аудитории № 673 и проанализированы условия видимости в ней. Установлено, что взаимное расположение мест для зрителей и меловой доски не обеспечивают выполнения нормативных требований по видимости. Предложены меры по улучшению видимости в аудитории и более рационального расположения в плане рабочих мест.

Ключевые слова: антропометрическое превышение; видимость; кривая наименьшего подъема; превышение луча зрения.
